



TITLE:

宇宙・原子核(基研25周年記念シン
ポジウムに参加して)

AUTHOR(S):

長岡, 洋介

CITATION:

長岡, 洋介. 宇宙・原子核(基研25周年記念シンポジウムに参加して). 物
性研究 1978, 31(3): 202-205

ISSUE DATE:

1978-12-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89738>

RIGHT:

基研 25 周年記念シンポジウムに参加して

作用と強い相互作用の間の壁が除かれたら、素晴らしいことでしょう。更に重力場も。こうして、夢はふくらむ一方でしょう。

私は全くしろうとなので、「私にとって面白い」と言う以上のことは、何も分かりません。QCD の一連の講演が終わったとき、私の後ろに居られた素粒子の著名な先生が「難かしいばかりで、何も新しい結果が出ていないではないか」とつぶやいて居られました。

過去 25 年の基研の歴史と共に、また素粒子論の発展と共に経験を積んでこられた専門家の目から見て素粒子のゲージ理論がどの様に評価されるのかは分かりませんが、目下は素粒子論と物性論の距離が近付いているので、私共には素粒子のゲージ理論が面白くまた親しみやすく感じられるのでしょう。

宇 宙 ・ 原 子 核

京大・基研 長 岡 洋 介

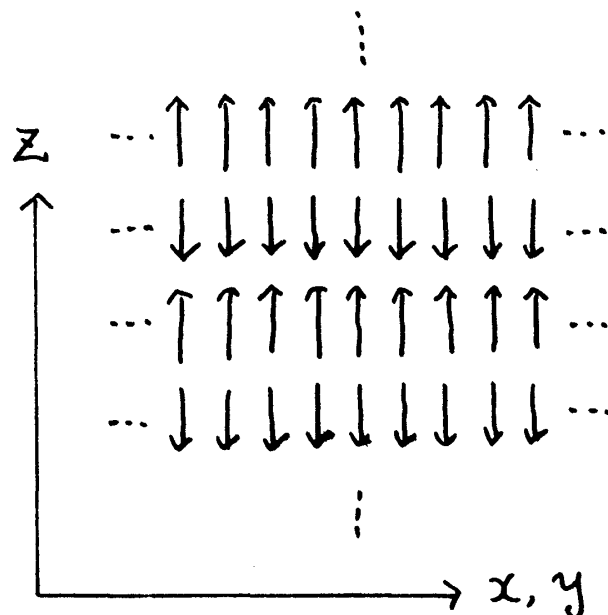
2 日目の午前は宇宙物理と原子核のセッションであった。

佐藤勝彦氏の宇宙物理の話では、前日の素粒子論の話に引き続いて、最近の素粒子論の発展が宇宙物理に何をもたらし、また宇宙物理は素粒子論に何をもたらし得るかという話題が取り上げられた。

Weinberg と Salam のゲージ理論の成功によって、電磁相互作用と弱い相互作用とが統一的立場から見られるようになった。これからさらに進めば、強い相互作用も含む大統一理論が、さらには重力も含む超重力理論が可能になるだろう。このような統一は、実は理論の枠組の問題にすぎないのではなくて、宇宙の初期の超高温状態では実現していたというのである。それが、宇宙が膨張して冷えていくに従って、つぎつぎと真空の相転移、対称性の自発的な破れが生じ、まず重力が、それから強い相互作用が分離し、最後に弱い相互作用と電磁相互作用の分離が生じたのである。まことに気宇雄大な話である。このような宇宙の歴史物語が、逆に素粒子論にもたらすものと言え、何よりも

相互作用の統一という考え方に対して、それが実際に宇宙の初期に実現していたという、現実的基盤を与える点にあると言えようか。（この話は、“自然”の10月号に佐藤文隆・佐藤勝彦氏の解説が出ている。）

原子核の三つの講演は、基研を中心とする研究グループによって進められたテーマに関するものであった。その第一は安野愈氏の「高密度核物質」の話で、いわゆる π 凝縮に関するものであった。 π 凝縮とは、 π 中間子と核子との結合系において、その密度を高くしていくと、ある密度で一種の density wave の生じる相転移が起るというものである。（物性の問題では、電子－格子系の相転移、パイエルス転移の問題と似た一面がある。）とくに興味のある秩序状態として、一次元的な spin density wave が生じる可能性あり、との指摘があった。 π を消去して核子系の問題として見ると、核子間には強いテンソル力が働く。テンソル力というのは双極子相互作用に似た方向依存性を持つ力なので、核子のスピンを $\uparrow\uparrow$ または $\rightarrow\leftarrow$ に揃える働きをする。その結果として図のような構造が実現するだろうというのである。 z 方向にはスピンは反強磁性的に並び、密度も周期的であるのに対し、 x, y 面内ではスピンは強磁性的、密度は一様（液体的）である。



基研 25 周年記念シンポジウムに参加して

このような相転移がどこで生じるかと言えば、一つの可能性は中性子星の内部であるが、それはなかなか確められそうにない。重要なのは、実際の原子核ではどうかという点である。相転移の起る臨界密度は原子核の密度とそう変わらないところにあるらしいので、もしかすると、という期待がある。ある種の実験が実際の原子核で π 凝縮を起していることを示している、と主張している人もいるらしいが、これはむしろ願望に近いものだろう。

つぎの阿部恭久氏の講演は、いわゆる原子核の分子的構造に関係している。原子核が α 崩壊や核分裂を起すときには、その直前に原子核内に 2 個の安定な核子の集団が発生しているだろう。同じように、 α 崩壊しない原子核でも、その高い励起状態には数個の原子核に分裂してそれがゆるく結合したような状態が可能であろう。例えば、 ^{12}C 核は 3 個の α 粒子に、 ^{20}Ne は ^{16}O と α に分れた励起状態が可能である。これが分子的構造 (^{20}Ne では、 ^{16}O と α を原子に見たてれば、 ^{20}Ne はその二原子分子と言うことになる。) である。

このような分子的構造を調べようと思うと、その“原子”間に働く力がどんなものか知らなければならない。そこで問題になるのは交換力で、それは非局所的な形になるからその取扱いに困る。そこをどう処理するかでいろいろな方法が考えられているというのであった。

こういう分子的構造の励起状態は、回転準位として生じるはずであるが、核の励起状態としては沢山の他の種類の励起の中に埋れているから、確認が難しい。しかし、それは重イオンの衝突の際に共鳴準位としても現れるはずで、 ^{12}C と ^{12}C の衝突の場合について、見事に確認されたとのことである。

松柳研一氏の話は、ふたたび相転移に関係する。原子核の起す相転移としては、四重極型の変形があるが、変形を起した核には、回転の励起が現れる。しかし、原子核は有限だから、転移はシャープに生じることはなくて、転移を起していない軽い核と、転移を起した重い核の間には、広い範囲でどちらともつかない“転移領域核”があるというのである。これらの核の励起状態は、まるい核の振動とゆがんだ核の回転の中間的な形態をとるので複雑になるが、そこをどう取扱うかという問題である。このような領域では当然ゆらぎは大きいので、非線型な効果、モード・モード結合が重要になる。

この問題に関して、最近現象論が成功を収めているという。これは、回転を表す群と

振動を表す群とを部分群に含むような対称群 $SU(6)$ を考え、モード結合の係数をパラメータにとって実験を説明しようというのである。しかし、現象論ではその集団運動のモードが物理的にどのような実体に当るか明らかでない。そこで、よりミクロな立場からのアプローチのいくつかが紹介された。とくに、原子核における超伝導的な相転移との関連が問題になっているようであった。

このように見て来ると、四つの話のすべてで物性的な物の考え方、とくに相転移の概念が重要な役割を果たしていることがわかる。南部理論にはじまる真空の相転移という考え方は、宇宙の歴史の中でも中心的なテーマであった。原子核は有限であることと相互作用が複雑なのとを別にすれば、物性の問題となんの変わりもない。とくに核物質の問題ともなれば有限性も無視されるから、物性研究者は親近感を覚えることになる。(しかしそれにしても、原子核は原子核、物性は物性という日本での研究者のあり方は、むしろ不自然ではないだろうか?)

同じ多体系の物理の中で、物性物理の持つ特殊性は何かと言えば、それはその対象が身近にあること、したがって強い実験との結びつきがあることだと言えるだろう。そこから来る物性物理の役割の重要性 — やや自画自賛めくかも知れないが、これが私の持ったシンポジウムの印象の一つであった。

物 性

京大・理 村 尾 剛

基研 25 周年記念シンポジウムの講演における物性の部の印象記を(非専門家として)書けと言う依頼をうけた。ここに、私なりに感じたことを述べよう。ただし、メモと記憶だけに頼った印象なので、学問的な内容にあるいは誤解もあるかもしれず、もっと正確で詳しい内容を知りたい方は、基研発行の記念号に書かれた講演者自身の文章を読まれるようお願いしたい。物性の部の三つの講演は司会者の前おきによれば、その発展